

Научная статья

УДК 669 72

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ОКИСЛЕНИЯ СПЛАВОВ ТИТАНА Ti6242S И Ti6Al7Nb

Максим Сергеевич Калиенко¹, Анна Владимировна Желнина²

¹ ПАО «Корпорация ВСМПО-АВИСМА», Верхняя Салда, Россия

^{1,2} Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

² *avzhelnina@gmail.com*

Аннотация. В работе проведено сравнительное исследование окисления сплавов Ti6242S и Ti6Al7Nb при температуре 700 °С. Установлена кинетика газонасыщения сплавов. Показано, что при одинаковой глубине газонасыщенного слоя концентрация кислорода сплавов отличается.

Ключевые слова: сплавы титана, объем элементарной ячейки, РСФА

Original article

COMPARATIVE STUDY OF OXIDATION OF Ti6242S AND Ti6Al7Nb TITANIUM ALLOYS

Maxim Sergeevich Kaliyenko¹, Anna Vladimirovna Zhelnina²

¹ PJSC VSMPO-AVISMA Corporation, Verkhnyaya Salda, Russia

^{1,2} Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

² *avzhelnina@gmail.com*

Abstract. The study of oxidation Ti6242S and Ti6Al7Nb alloys at a temperature of 700 °C was carried out. The kinetics of gas saturation of alloys has been established. It is shown that at the same depth of the gas-saturated layer on the surface, the oxygen concentration in the gas-saturated layer of alloys is different.

Keywords: high strength titanium alloys crystal lattice period, X-ray diffraction

Сплав Ti6242S широко используется в авиастроении для изготовления деталей газотурбинных двигателей, а сплав Ti6Al7Nb используют в медицине из-за отсутствия токсичных для организма химических элементов [1; 2]. В нашей предыдущей работе было показано, что сплав Ti6Al7Nb имеет высокую термическую стабильность и сопротивление окислению [3; 4]. Поэтому целью представленной работы было провести сравнительное исследование сплавов Ti6242S и Ti6Al7Nb.

Материалом для исследования были листы из сплавов Ti6242S и Ti6Al7Nb производства ПАО «Корпорация ВСМПО-АВИСМА».

Изотермический отжиг образцов от листов проводили в воздушной атмосфере при температуре 700 °С длительностью от 1 до 100 ч. Образцы перед отжигом были обезжирены бензином и промыты в этиловом спирте.

Существенного отличия в кинетике образования газонасыщенного слоя на сплавах не выявлено, после 700 °С (100 ч) глубина слоя составила 44 и 46 мкм соответственно для Ti6Al7Nb и Ti6242S, рис. 1.

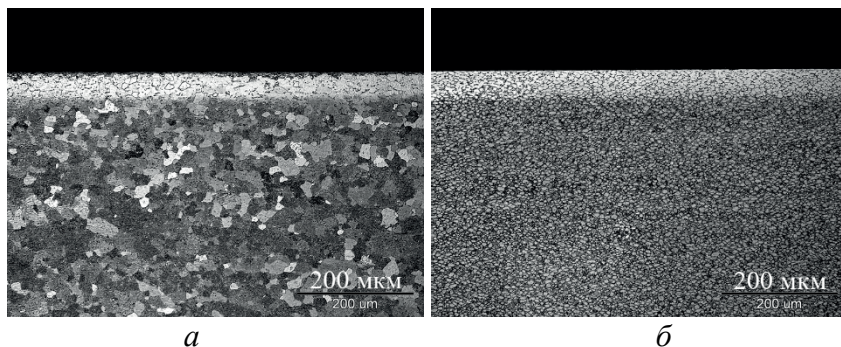


Рис. 1. Газонасыщенный слой на поверхности сплавов после окисления 100 ч при температуре 700 °С:
а — Ti6Al7Nb, б — Ti6242S

Изменение объема элементарной ячейки кристаллической решетки α -фазы вблизи границы оксид/металл для образцов сплавов, окисленных при температуре 700 °С с различной выдержкой, рассчитанное по формуле $\Delta V = (V_\alpha - V_{\alpha 0}) / V_{\alpha 0}$, где V_α — объем ячейки после окисления; $V_{\alpha 0}$ — ее начальный объем, представлено на рис. 2. После отжига объем ячейки α -фазы сплавов возрастает. Приращение объема ячейки у сплава Ti6242S после 32 ч достигает 3,3 % и далее не изменяется. Наблюдаемое увеличение объема ячейки является результатом повыше-

ния концентрации кислорода вблизи границы оксид/металл. У сплава Ti6Al7Nb также наблюдается увеличение объема ячейки α -фазы вблизи границы оксид/металл в первые 16 ч отжига, однако приращение объема меньше — до 2,1 %, после чего наблюдается уменьшение ΔV , и после 100 ч ΔV составляет 1,2 %, что связано с изменением фазового состава оксида с увеличением продолжительности окисления и, как следствие, изменением скорости диффузии через него. Основываясь на полученных в работе [5] данных для Ti6242S, концентрацию кислорода вблизи границы оксид/металл для сплавов Ti6242S и Ti6Al7Nb после окисления можно оценивать на уровне 18,5 ат. % и 7,2 ат. % соответственно.

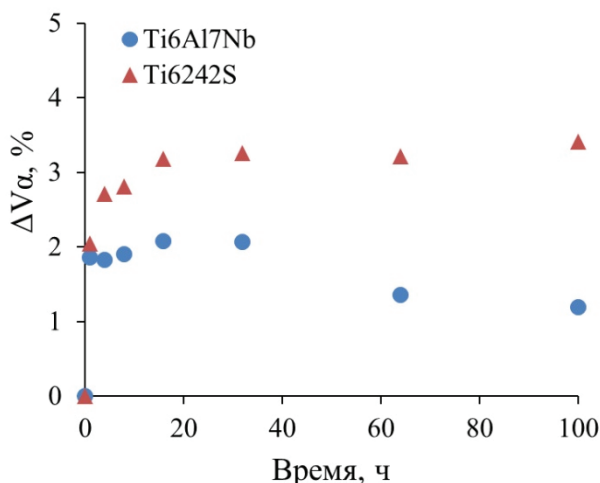


Рис. 2. Приращение объема кристаллической решетки α -фазы сплавов вблизи границы оксид/металл

По результатам работы установлена кинетика газонасыщения сплавов при температуре 700 °С, глубина газонасыщенного слоя после 100 ч отжига составила 44 и 46 мкм для Ti6Al7Nb и Ti6242S соответственно. По результатам рентгеноструктурного фазового анализа концентрация кислорода вблизи границы оксид/металл составляет 18,5 ат. % и 7,2 ат. % для Ti6242S и Ti6Al7Nb соответственно.

Список источников

1. Bania P. J. Next generation titanium alloys for elevated temperature service // ISIJ International. 1991. V. 31. P. 840–847.

2. Joint replacement components made of hot-forged and surface-treated Ti-6Al-7Nb alloy / M. F Semlitsch [et al.] // *Biomaterials*. 1992. V. 13. № 11. P. 781–788.

3. Effect of Crystal Lattice Parameters of Surface Gas-Saturated Layers on Ductility of Titanium Alloys Under Tensile Tests / M. S. Kalienko [et al.] // *Met. Sci. Heat Treat.* 2019. V. 61. P. 489–494.

4. Study of oxygen content in titanium alloys after exposure at elevated temperature / M. S. Kalienko [et al.] // *The 14th World Conference on Titanium*. MATEC Web of Conferences. 2020. V. 321. 11068 p.

5. Baillieux J., Poquillon D., Malard B. Relationship between the volume of the unit cell of hexagonal-close-packed Ti, hardness and oxygen content after α -case formation in Ti–6Al–2Sn–4Zr–2Mo–0.1 Si alloy // *J. Appl. Crystallogr.* 2016. V. 49. P. 175–181.